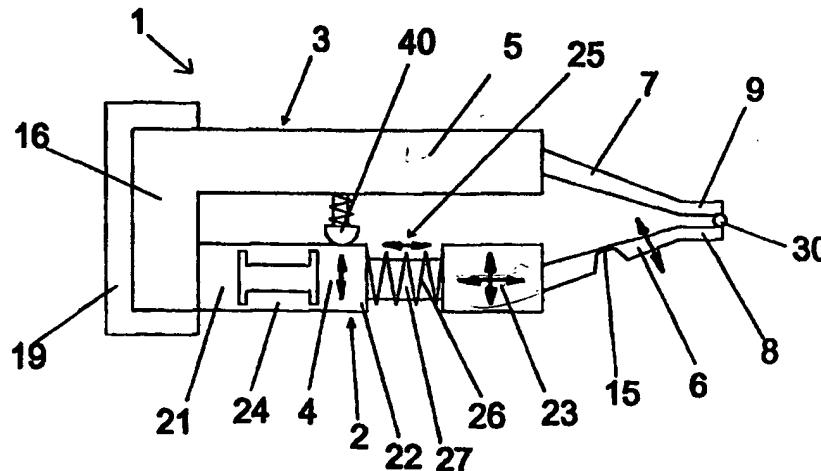


(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : B25J 7/00, 15/00, 15/02, B23P 19/04, B25J 15/08		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/10135 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. März 1999 (04.03.99)		
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/05430		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).			
(22) Internationales Anmeldedatum: 26. August 1998 (26.08.98)					
(30) Prioritätsdaten: 197 37 009.8 26. August 1997 (26.08.97) DE					
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ GMBH [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse 18-20, D-55129 Mainz (DE).					
(72) Erfinder; und					
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NIENHAUS, Matthias [DE/DE]; St.-Sebastian-Strasse 6, D-55128 Mainz (DE). WIEDWILDT, Michael [DE/DE]; Unterdorfstrasse 19, D-07749 Jena (DE).					
(74) Gemeinsamer Vertreter: INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ GMBH; Carl-Zeiss-Strasse 18-20, D-55129 Mainz (DE).					
<b>(54) Title: MICRO-GRIPPER AND A METHOD FOR ASSEMBLING GEARS</b>					
<b>(54) Bezeichnung: MIKROGREIFER UND VERFAHREN FÜR DIE GETRIEBEMONTAGE</b>					
<b>(57) Abstract</b>					
<p>The invention relates to a micro-gripper (1) which can be assembled especially with toothed micro-gears. The micro-gripper (1) has two gripping jaws (4, 5) with a gripping tip (6, 7) arranged on each. At least one section (23) of the first gripping jaw (4) is arranged so that it is movable in a transversal and longitudinal direction in relation to the second gripping jaw (5). The first gripping jaw (4) is divided into a non-movable section (21), a section (22) which is movable in a transversal direction and a section (23) which is movable in a transversal and longitudinal direction. A first actuating device (40) is arranged between the gripping jaw (5) and the section (22) which is movable in a transversal direction. A second actuating device (25) for longitudinal movement is arranged between said section (22) which is movable in a transversal direction and the section (23) which is movable in a transversal and longitudinal direction. The method for assembling the micro-drive provides that the added micro-sprocket is installed while being subjected to an alternate rolling motion.</p>					



### (57) Zusammenfassung

Es wird ein Mikrogreifer (1) beschrieben, mit dem insbesondere Zahnradmikrogetriebe montiert werden können. Der Mikrogreifer (1) weist zwei Greiferbacken (4, 5) auf, an die jeweils ein Greiferschnabel (6, 7) angeordnet ist. Mindestens ein Abschnitt (23) der ersten Greiferbacke (4) ist bezüglich der zweiten Greiferbacke (5) in transversaler und longitudinaler Richtung beweglich angeordnet. Die erste Greiferbacke (4) ist in einen unbeweglichen Abschnitt (21), einen in transversaler Richtung beweglichen Abschnitt (22) und in einen in transversaler und longitudinaler Richtung beweglichen Abschnitt (23) unterteilt. Zwischen der Greiferbacke (5) und dem in transversaler Richtung beweglichen Abschnitt (22) ist eine erste Betätigungsseinrichtung (40) und zwischen dem Abschnitt (22) und dem Abschnitt (23) eine zweite Betätigungsseinrichtung (25) für die Longitudinalbewegung angeordnet. Das Verfahren zur Montage von Mikrogetrieben sieht vor, daß das anzufügende Mikrozahnrad unter einer alternierenden Wälzbewegung montiert wird.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Mikrogreifer und Verfahren für die Getriebemontage

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft einen Mikrogreifer mit zwei Greiferfingern, die an ihrem freien Ende eine Greiffläche aufweisen, und mit einer ersten Betätigungsseinrichtung für die Ausführung einer Greifbewegung. Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Montage von Mikrogetrieben, bei dem mindestens zwei Mikrozahnräder zusammengefügt werden.

Greifer werden in der Elektronik und in vielen anderen Gebieten vielfach eingesetzt. Dem Einsatz solcher herkömmlicher Greifsysteme in Mikrosystemen, beim Mikrohandling, bei der Mikromontage und in der Mikrofügetechnik stehen jedoch die Abmessungen der Greifersysteme als auch die Gestaltung und Steuerung der herkömmlichen Greifwerkzeuge entgegen. Es ist unzureichend, die herkömmlichen Greifsysteme lediglich in ihrer Dimensionierung zu verkleinern, weil mit zunehmender Miniaturisierung auch andere physikalische Phänomene, beispielsweise Oberflächeneffekte, an Bedeutung gewinnen. Deshalb sind neue Lösungen auf mikrotechnischer Basis erforderlich.

Um Getriebe zu montieren, müssen mehrere Mikrozahnräder zusammengefügt werden, die jedoch äußerst empfindlich sind. Die Greifkräfte dürfen nicht so groß sein, daß ein Zahnrad zerstört oder beschädigt wird. Wenn der Greifer mit dem Zahnrad an der Montagestelle angekommen ist, muß darauf geachtet werden, daß die Zähne der Zahnräder ineinandergreifen. Wenn das

einzufügende Zahnrad auf das bereits vorhandene Zahnrad zubewegt wird, kann Zahn auf Zahn liegen und somit das Zusammenfügen blockiert werden. Außerdem besteht die Gefahr, daß Zähne zu stark deformiert werden.

Man ist daher dazu übergegangen, den Fügevorgang durch eine Montagehilfsbewegung zu unterstützen, die in einer Rüttelbewegung besteht, wobei der gesamte Greifer bewegt wird. Das einzufügende Zahnrad bleibt im Greifer fixiert.

Dadurch, daß das einzufügende Zahnrad aufgrund der Rüttelbewegung des gesamten Greifers lediglich eine lineare Bewegung ausführt, kann es beim Zusammenfügen nach wie vor zu Beschädigungen der Zahnräder kommen. Außerdem ist der Aufwand für die Rüttelbewegung des gesamten Greifers kostspielig.

In Henschke, F. "Miniaturgreifer und montagegerechtes Konstruieren in der Mikrotechnik", Düsseldorf, VDI-Verlag, 1994 wird ein Zangengreifer beschrieben, der zum Handhaben mikrotechnisch hergestellter Teile ausgelegt ist. Beide Greiferfinger werden über ein elektromagnetisches Tauchspulensystem angetrieben. Die Bewegung ist über eine Stromsteuerung regelbar. Aufgrund zu großer Abmessungen ist dieses System jedoch für die Getriebemontage nicht geeignet. Eine Miniaturisierung ist prinzipbedingt nur eingeschränkt möglich.

In Ando, Y., Sawada, H., Okazaki, Y., Ishikawa, Y. "Development of Micro Grippers" Conference on Micro Electro Berlin, 10-13.9.1990, S. 844-849 werden zwei Mikrogreifer mit Piezoaktoren beschrieben. Die Bewegung der beiden Greiferbacken des einen Greifers wird über Festkörpergelenke realisiert. Vorteilhaft bei dieser Art der Bewegungsübertragung ist die Spiel- und Verschleißfreiheit dieser Gelenke. Die beschriebenen

kinematischen Elementen sind wegen der aufwendigen Fertigung nur für den Laboreinsatz geeignet. Der zweite Greifer hat zur Bewegungsübertragung mehrere Zahnräder. Dadurch ist bei der Greifbewegung mit Reibung und Spiel zu rechnen. Bei den kleinen Greifbereichen dieser Greifer ist mit Stick-slip-Effekten zu rechnen.

Ein mikrotechnisch hergestellter Schwenkgreifer aus Silicium wird von R. Salim und H. Wurmus, F+M 104, 1996, 9, S. 637-640 beschrieben. Zwei durch ein anisotropes Ätzen hergestellte Greiferfinger aus 0,24 mm dickem (100)-Silicium werden durch einen Piezoaktor angetrieben. Diese Anordnung wird auf einem Substrat befestigt. Die hohe Empfindlichkeit der geätzten Flächen sowie die sehr begrenzte Anzahl möglicher Formelemente für Greifflächen an den Greiferfingern lassen einen Einsatz für die Getriebemontage allerdings nicht zu. Zudem wirkt sich die aufwendige Fertigung nachträglich auf die Flexibilität des Greifers aus.

In F. Arai und T. Fukuda, SPIE Vol. 2906, 184, S. 193 und 194 wird ein Mikrogreifer beschrieben, bei dem zwei Greiferfinger jeweils an ihrem Ende über je ein erstes Festkörpergelenk mit einem Träger verbunden sind. Jeweils ein im Träger befindlicher Piezoaktor ist über ein zweites Festkörpergelenk seitlich mit je einem Greiferfinger verbunden. Mit diesen Piezoaktoren lässt sich eine weite Drehbewegung der Greiferfinger realisieren, wobei die ersten Festkörpergelenke die Drehpunkte darstellen.

Ein Greiferfinger ist an einer Stelle zu einem Festkörpergelenk ausgeformt. Seitlich neben diesem Festkörpergelenk ist ein weiterer Piezoaktor so angebracht, daß bei Betätigung desselben das vordere Ende dieses Greiferfingers eine Drehbewegung ausführt, wobei das Festkörpergelenk den Drehpunkt darstellt.

Damit sind zwei Antriebe der Greiferfinger vorgesehen. Zwei erste im Träger integrierte Piezoaktoren für weite Drehbewegungen und ein in einem Greiferfinger integrierter Piezoaktor für kleine Drehbewegungen. Da es sich um Drehbewegungen handelt, die nur bei kleinen Öffnungswinkeln transversalen Bewegungen entsprechen, lassen sich mit dieser Vorrichtung Mehrstellengreifwerkzeuge nicht handhaben. Longitudinale Bewegungen sind mit diesem Greifer nicht ausführbar.

In der EP 0 441 060 wird ein Parallelgreifer vorgestellt, der pneumatisch über einen Federbalg angetrieben wird. Die Greifbewegung wird über aufwendig gestaltete Festkörpergelenke übertragen. Die Abmessungen sowie der große Greifbereich lassen eine Verwendung nur innerhalb der klassischen Feinwerktechnik zu.

Aufgabe der Erfindung ist daher ein Mikrogreifer, mit dem Mikrobauteile sicher und auf einfache Weise erfaßt, insbesondere Zahnradmikrogetriebe montiert werden können, wobei die Greifkraft begrenzt und der Greifer für unterschiedliche Aufgabenstellungen anpaßbar ist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Das Verfahren ist Gegenstand des Patentanspruchs 15.

Jeder Greiferfinger weist eine Greiferbacke auf, an der ein Greiferschnabel angeordnet ist. Die Trennung in zwei Bauteile hat den Vorteil, daß die Stabilität und Flexibilität der beiden Bauteile durch geeignete Materialwahl und Formgebung unterschiedlich eingestellt werden kann, so daß eine bessere Anpassung an verschiedene Aufgabenstellungen möglich ist. Vorzugsweise sind die Greiferschnäbel lösbar an den Greiferbacken angeordnet, wodurch die Flexibilität des Mikrogreifers zusätzlich erhöht wird. Um die Greiferschnäbel auf einfache Weise austauschen zu können, kann beispielsweise eine

Klemmeinrichtung vorgesehen sein. Es kann auch von Vorteil sein, daß mit den Greiferschnäbeln im Bereich der Schnabelspitze Greiferplättchen, die die Greiffläche aufweisen, lösbar verbunden sind. Dieser modulare Aufbau gestattet es, an das jeweilige Greifobjekt angepaßte Greiferplättchen hoher Präzision zu verwenden.

Mindestens ein Abschnitt der ersten Greiferbacke ist bezüglich der zweiten Greiferbacke in transversaler und longitudinaler Richtung beweglich angeordnet. Für die Ausführungen der Montagehilfsbewegungen ist es somit nicht erforderlich, den gesamten Mikrogreifer zu bewegen, weil sowohl die Greifbewegung zum Erfassen des Mikrobauteils als auch die Montagehilfsbewegung durch die Bewegung nur einer Greiferbacke relativ zur anderen Greiferbacke ausgeführt wird.

Die transversale Bewegung des Greiferbackenabschnitts hat gegenüber einer Drehbewegung eines Scherengreifers den Vorteil, daß bei unterschiedlichen Objektgrößen die Positionierung beim Ergreifen eines Mikrobauteils genauer eingestellt werden kann.

Die Bewegung in longitudinaler Richtung ist hauptsächlich für die Montagehilfsbewegung von Bedeutung. Wenn zwischen den Greiferschnäbeln als Greifobjekt beispielsweise ein Zahnrad gehalten wird, wird durch die Longitudinalbewegung des Greiferbackenabschnitts und somit des zugeordneten Greiferschnabels eine Rotationsbewegung des Zahnrades erzeugt.

Vorzugsweise ist die zweite Greiferbacke starr. Dies bedeutet, daß die Greiferbacke nicht nur aus steifem Material besteht, sondern auch, daß die Greiferbacke beispielsweise bezüglich einer Halterung, über die der Mikrogreifer mit einer Manipulationseinrichtung verbunden ist, ortsfest

befestigt ist. Die Greif- und Montagehilfsbewegung wird somit ausschließlich durch die erste Greiferbacke ausgeführt.

Vorzugsweise umfaßt der in transversaler und longitudinaler Richtung bewegliche Abschnitt das freie Ende der Greiferbacke. Weil der dazugehörige Greiferschnabel an diesem freien Ende der Greiferbacke befestigt ist, führt somit der Greiferschnabel dieselben Bewegungen aus, wie dieser Abschnitt der Greiferbacke.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform ist die erste Greiferbacke in einen unbeweglichen Abschnitt (1. Abschnitt), einen in transversaler Richtung beweglichen Abschnitt (2. Abschnitt) und in den in transversaler und longitudinaler Richtung beweglichen Abschnitt (3. Abschnitt) unterteilt. In dieser Ausführungsform ist der unbewegliche Abschnitt beispielsweise mit der zweiten Greiferbacke oder mit einer Halterung verbunden und insoweit ortsfest angeordnet. An diesem ortsfesten Abschnitt schließt sich der 2. Abschnitt an, der nur in transversaler Richtung bezüglich der zweiten Greiferbacke beweglich ist. Der 3. Abschnitt ist bezüglich des 2. Abschnittes nur in longitudinaler Richtung beweglich, aber aufgrund der transversalen Beweglichkeit des 2. Abschnittes ist somit der 3. Abschnitt sowohl in longitudinaler als auch in transversaler Richtung beweglich.

Um die Bewegungen realisieren zu können, ist zwischen dem 1. und dem 2. Abschnitt ein in transversaler Richtung bewegliches Federelement angeordnet, das vorzugsweise eine Parallelfeder ist. Eine solche Parallelfeder ist vorzugsweise aus Festkörpergelenken aufgebaut, die kein Spiel aufweisen sowie reibungsfrei, wartungsfrei und verschleißfrei sind. Die tatsächliche Bahnkurve einer Parallelfeder ist parabelförmig. Allerdings sind bei den geringfügigen Auslenkungen, die beispielsweise unter 1 mm liegen, die Abweichungen von der Geraden vernachlässigbar.

Die Federelemente können mit einer zusätzlichen Aussteifung versehen sein, um eine höhere Stabilität der Federanordnung zu erreichen.

Die erste Betätigungsseinrichtung, mit der die Transversalbewegung erzeugt wird, ist vorzugsweise zwischen dem 2. Abschnitt und der gegenüberliegenden Greiferbacke angeordnet. Diese Betätigungsseinrichtung dient auch gleichzeitig zur Greifkrafterzeugung, wobei vorzugsweise für die Betätigung Druckluft eingesetzt wird. Um Leckverluste und Reibungen eines konventionellen Druckzylinders zu umgehen, wird bevorzugt ein Membranzylinder verwendet. Für die Öffnungsbewegung wird die Membran mit Druck beaufschlagt, für die Schließbewegung entlüftet. Es wirkt hierbei die Rückstellkraft des Federelementes. In Verbindung mit dem Rückstellvermögen des Federelementes wird der Forderung nach einer Selbstsicherung bei Energieausfall entsprochen.

Zwischen dem 2. Abschnitt und dem 3. Abschnitt ist vorzugsweise eine zweite Betätigungsseinrichtung für die Longitudinalbewegung angeordnet. Geeignet ist jeder in longitudinaler Richtung wirkende Antrieb. Vorzugsweise umfaßt der Antrieb eine Vorspannfeder, in die ein Piezoaktor eingebaut ist.

Diese Betätigungsseinrichtung ist vorteilhafterweise ein in longitudinaler Richtung wirkender Rüttelantrieb, der eine Hin- und Her-Bewegung ausführt und diese auf den 3. Abschnitt und somit auch auf den dazugehörigen Greiferschnabel überträgt. Der in longitudinaler Richtung wirkende Antrieb kann beispielsweise durch eine sinusförmige Ansteuerung zu einem Rüttelantrieb gemacht werden.

Die Greiferschnäbel, die an den Greiferbacken angeordnet sind, sind hinsichtlich ihrer Ausgestaltung an die jeweilige Aufgabenstellung

angepaßt. Vorzugsweise ist der an der ersten Greiferbacke angeordnete Greiferschnabel (erster Greiferschnabel) in transversaler Richtung elastisch ausgebildet. Der an der zweiten Greiferbacke angeordnete Greiferschnabel (zweiter Greiferschnabel) ist entsprechend zu der Greiferbacke ebenfalls starr ausgebildet. Die Greifkraft wird im wesentlichen über die Greiferschnäbel begrenzt. Es hat sich gezeigt, daß die alleinige Bestimmung des transversalen Bewegungsbereichs über Anschläge die Greifkraft nicht zuverlässig begrenzt, da die Anschläge als ideal steif angenommen werden müssen. Die Greifkraftbegrenzung ist daher in einem der beiden Greiferschnäbel integriert und zwar vorzugsweise in den Greiferschnabel, der der beweglichen Greiferbacke zugeordnet ist. Um die Greifkraft zu begrenzen, ist der erste Greiferschnabel vorzugsweise mit einer Blattfeder versehen. Diese Blattfeder kann integraler Bestandteil des Greiferschnabels sein. Zur Greifkraftbegrenzung trägt auch die Begrenzung des Greifbereichs an der ersten Betätigungsseinrichtung bei, wobei der Greifbereich so mit der Stellung der Greiferschnäbel abgestimmt wird, daß beim Greifen von Objekten vorgegebener Größe eine definierte Auslenkung der Blattfeder die Greifkraft begrenzt.

Sollen unterschiedlich große Bauteile ohne Verstellung der den Greifbereich begrenzenden Anschläge gegriffen werden, werden die jeweiligen Greifflächen des Mehrstellengreifers so an die Größe der Greifobjekte angepaßt, daß die jeweils benötigten Greifkräfte durch eine etwa gleich große Auslenkung der Blattfeder des Greiferschnabels aufgebracht werden.

Vorzugsweise weist jede Greiffläche mindestens ein Zahnsegment auf, mit dem beispielsweise ein Zahnrad erfaßt und gehalten werden kann. Die Greiffläche kann auch mehrere Zahnsegmente aufweisen und insgesamt als Mehrstellengreiffläche ausgebildet sein.

Es können jedoch auch an das zu greifende Objekt angepaßte Greifflächen verwendet werden. Darüber hinaus kann es von Vorteil sein, eine beschichtete Greiffläche zu verwenden. So kann beispielsweise ein elastischer Schutzüberzug empfindliche Bauteile beim Greifvorgang schützen. Des weiteren können antistatische Beschichtungen oder Beschichtungen, die eine geringe Adhäsion zu dem zu greifenden Objekt aufweisen, wie PTFE, vorteilhaft sein.

Das Verfahren zur Montage von Mikrogetrieben mit mindestens einem Mikrozahnrad ist dadurch gekennzeichnet, daß das anzufügende Mikrozahnrad unter einer alternierenden Wälzbewegung angefügt wird.

Für dieses Verfahren wird vorzugsweise der erfindungsgemäße Mikrogreifer eingesetzt, weil er in der Lage ist, diese alternierende Wälzbewegung auszuführen.

Vorzugsweise wird diese alternierende Wälzbewegung bei der Montage von Planetengetrieben eingesetzt, die aus Hohl-, Sonnen- und Planetenrad bestehen. Zuerst werden das Hohl- und das Sonnenrad montiert und anschließend wird das Planetenrad an das während des Montagevorgangs über das Hohlrad hinausragende Sonnenrad angefügt. Hierbei ist das Sonnenrad vorzugsweise frei drehbar gehalten. Im nächsten Schritt wird das schon mit dem Sonnenrad in Eingriff befindliche Planetenrad abgesenkt und unter einer alternierenden Wälzbewegung zwischen Hohlrad und Sonnenrad eingefügt.

Der erfindungsgemäße Mikrogreifer eignet sich insbesondere für die Montage solcher Planetengetriebe. Durch die alternierende Wälzbewegung wird erreicht, daß beim Anfügen zuverlässig ein Zahn und eine Lücke der beteiligten Mikrozahnräder aufeinanderstoßen, womit

Defekte an den Mikrozahnräder vermieden werden. Hierbei ist es von Vorteil, daß eine mit konventioneller Stell- bzw. Robotertechnik vorgenommene Ausrichtung der Position des anzufügenden Mikrozahnrades als auch die Stellung der Zähne der Zahnräder für den Fügevorgang des Planetenrades mittels des Mikrogreifers ausreichend ist. Die grobe Ausrichtung/Positionierung der Mikrobauteile kann mit Bildverarbeitungsverfahren unterstützt bzw. kontrolliert werden. Der Fügevorgang wird durch die alternierende Wälzbewegung trotz beliebiger Stellung der Zähne ermöglicht.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Mikrogreifers,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung eines von zwei Zahnsegmenten gehaltenen Zahnrades zur Veranschaulichung der Wälzbewegung,

Fig. 3 Greiferschnäbel, die als Mehrstellengreifer ausgebildet sind,

Fig. 4 die erste Betätigungsseinrichtung im Schnitt,

Fig. 5 ein Greiferschnabel im unbelasteten und im gebogenen Zustand und

Fig. 6 eine Parallelfeder in perspektivischer Darstellung,

Fig. 7a ein Greiferplättchen,

Fig. 7b einen Greiferschnabel mit Greiferplättchen.

In der Fig. 1 ist ein Mikrogreifer 1 dargestellt, der einen ersten Greiferfinger 2 und einen zweiten Greiferfinger 3 aufweist. Der zweite Greiferfinger 2 weist an seinem rückwärtigen Ende einen Schenkel 16 auf, der dem Greiferfinger 3 insgesamt eine L-förmige Gestalt verleiht. Mit diesem Schenkel 16 ist der Mikrogreifer 1 in einer Halterung 19 befestigt, die ein Adapter für eine Manipulationseinrichtung sein kann.

Der Greiferfinger 3 ist starr ausgebildet und bezüglich der Halterung 19 ortsfest angeordnet. Dies bedeutet, daß der zweite Greiferfinger 3 zu keiner Auslenkung fähig ist.

Am Schenkel 16 ist der erste Greiferfinger 2 befestigt, der drei Abschnitte 21, 22 und 23 aufweist. Der erste Abschnitt 21, der unmittelbar am Schenkel 16 befestigt ist, ist ebenfalls unbeweglich. Hieran schließt sich ein Federelement in Form einer Parallelfeder 24 an, die derart eingebaut ist, daß der zweite Abschnitt 22 in transversaler Richtung beweglich ist. Die Bewegungsrichtung ist durch den Doppelpfeil gekennzeichnet. Bewegung in transversale Richtung bedeutet Bewegung in der Ebene, die durch die beiden Greiferfinger 2 und 3 gebildet wird.

An dem transversal beweglichen Abschnitt 22 greift die erste Betätigungseinrichtung 40 an, die zwischen dem zweiten Greiferfinger 3 und dem transversal beweglichen Abschnitt 22 des ersten Greiferfingers 2 angeordnet ist.

An den Abschnitt 22 schließt sich eine zweite Betätigungseinrichtung 25 an, die aus einer Vorspannfeder 26 und einem Piezoaktor 27 besteht. Diese Betätigungseinrichtung ist ein Rüttelantrieb, der eine alternierende Bewegung in longitudinaler Richtung, d.h. in Längsrichtung des ersten Greiferfingers 2, ausführt. Die Bewegungsrichtung ist durch den

Doppelpfeil gekennzeichnet. Dadurch wird der sich hieran anschließende und das freie Ende des Greiferfingers 2 bildende Abschnitt 23 in longitudinaler Richtung bewegt. Aufgrund der transversalen Bewegung des Abschnitts 22 ist der Abschnitt 23 in der Lage, sich sowohl in transversaler als auch in longitudinaler Richtung zu bewegen. Die möglichen Bewegungsrichtungen sind durch die beiden Doppelpfeile des Abschnitts 23 gekennzeichnet.

An den vorderen Enden der Greiferfinger 2 und 3 sind die Greiferschnäbel 6 und 7 befestigt. Diese sind austauschbar, so daß ohne Veränderung der Greiferarme der Mikrogreifer 1 an unterschiedliche Greifaufgaben angepaßt werden kann. Jeder Greiferschnabel besitzt eine abgebogene Schnabelspitze 8, 9 mit den zugehörigen Greifflächen, die nachfolgend im Zusammenhang mit den Fig. 2 und 3 noch beschrieben werden. Von den Greiferschnäbeln 6 und 7 wird ein Zahnrad 30 gehalten, das in der Fig. 1 nur als Kreis dargestellt ist. Der zweite Greiferschnabel 7 ist starr ausgebildet, während der erste Greiferschnabel 6 in der durch die Greiferfinger 2, 3 gebildeten Ebene beweglich ist. Dies wird durch die integrierte Blattfeder 15 des Greiferschnabels 6 ermöglicht.

In der Fig. 2 ist der vordere Teil der Greiferschnäbel 6, 7 mit den Schnabelspitzen 8 und 9 vergrößert dargestellt. Die Greifflächen 10, 11 sind mit jeweils einem Zahnsegment 12, 13 versehen, deren Kontur an das zu ergreifende Zahnrad 30 angepaßt ist. Das Zahnrad 30 wird zwischen den beiden gegenüberliegend angeordneten Zahnsegmenten 12, 13 gehalten, die jeweils in eine Zahnlücke des Zahnrades 30 eingreifen. Die longitudinale Bewegungsrichtung des Greiferschnabels 6 und damit der dazugehörigen Schnabelspitze 8 ist durch den Doppelpfeil gekennzeichnet. Wenn nun der Rüttelantrieb 25 in Gang gesetzt wird, führt die Schnabelspitze 8 die dargestellte longitudinale Bewegung aus, wodurch das Zahnrad ebenfalls vor und zurück bewegt wird. Dadurch,

daß das Zahnsegment 13 ortsfest ist, führt das Zahnrad 30 eine Drehbewegung um einen durch die Longitudinalbewegung bestimmten Winkel aus. Diese Drehbewegung ist durch den gebogenen Doppelpfeil angedeutet. Hierbei bewegt sich die Schnabelspitze 8 aufgrund der Federeigenschaft des Greiferschnabels 6 auf die Schnabelspitze 9 zu, so daß das Zahnrad 30 eine Wälzbewegung ausführt. Die Longitudinalbewegung des ersten Greiferschnabels 6 wird somit in eine Rotationsbewegung des Greifobjektes umgesetzt. Es wird dadurch auf einfache Weise eine Montagehilfsbewegung ermöglicht, die durch eine Gesamtbewegung des Mikrogreifers nicht oder nur durch einen großen Aufwand realisiert werden könnte.

In der Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform der Greiferschnäbel 6, 7 bzw. der dazugehörigen Schnabelspitzen 8, 9 dargestellt. Es handelt sich um einen sogenannten Mehrstellengreifer, der für die Bauteile eines Wolfrom-Getriebes ausgelegt ist. Um für die Montage der dazugehörigen Zahnräder die Greiferschnäbel nicht auswechseln zu müssen, weist jede Schnabelspitze im Bereich ihrer Greiffläche 10, 11 jeweils zwei Zahnsegmente 12, 12' und 13, 13' auf, zwischen denen die beiden Zahnräder 30 und 31 gehalten werden können. Zwischen den Zahnsegmenten 13 und 13' bzw. 12 und 12' besitzt die Greiffläche 10 der Schnabelspitze 8 eine Griffmulde 14, in der das Hohlrad 32 gehalten werden kann. Die Greiffläche 11 der Schnabelspitze 9 kann ebenfalls mit einer Griffmulde versehen sein, was jedoch nicht zwingend notwendig ist. Daher ist in der Fig. 3 die entsprechende Greiffläche 11 als ebene Greiffläche ausgebildet. Es ist somit möglich, mit einem Greiferschnabelpaar 6, 7 sämtliche für den Zusammenbau eines Wolfrom-Getriebes benötigte Zahnräder zu ergreifen.

In der Fig. 4 ist die erste Betätigungsseinrichtung 40 im Detail dargestellt. Diese Betätigungsseinrichtung zeichnet sich durch eine kompakte

Bauform, einfachen Aufbau, einfache Dimensionierung und geringe Erwärmung im Dauerbetrieb auf, wobei keine Leckverluste auftreten und die gesamte Vorrichtung nahezu reibungsfrei und somit ohne störenden Stick-Slip-Effekt arbeitet. In der zweiten Greiferbacke 5 ist eine Verschraubung 43 mit einer zentralen Bohrung eingesetzt, durch die von oben Druckluft über die angedeutete Zuführung 44 zugeführt werden kann. Die Verschraubung 43 hält eine Membran 41, die mit der zugeführten Druckluft beaufschlagt wird. Auf der gegenüberliegenden Seite greift ein Stößel 42 an, der in der gegenüberliegenden Greiferbacke 4, d.h. im transversal beweglichen Abschnitt 22 der Greiferbacke 4 angeordnet ist. Um eine Greifbewegung feinfühlig zu steuern, wird die Membran 41 über eine Veränderung des angelegten Luftdruckes angesteuert. Eine zweite Möglichkeit der Ansteuerung besteht im Schalten eines Konstantdruckes über ein Wegeventil. Zum gezielten Einstellen des Bewegungsbereiches können zusätzlich zwei Anschlüsse für die Greifbewegung vorgesehen sein. Damit kann sowohl das Öffnen als auch das Schließen des Greifers beeinflußt werden. Das Ziel der Beschränkung ist es, die Membran 41 um ihre Ruhelage zu betreiben, da hier die geringsten inneren Spannungen an der Membran 41 auftreten, und die Greifkraft im Zusammenwirken mit der Ausgestaltung des ersten Greiferschnabels zu begrenzen.

In der Fig. 5 ist der erste Greiferschnabel 6 vergrößert dargestellt. Die Blattfeder 15 wird durch eine Materialverringerung des Greiferschnabels 6 im mittleren Bereich erzeugt. Die Schnabelspitze 8, die in der hier gezeigten Ausführungsform zwei Zahnsegmente 12, 12' aufweist, mit denen das Zahnrad 30 gehalten wird, kann um den Winkel  $\alpha$  durch Verbiegung der Blattfeder 15 nach unten abgebogen werden, wie dies auf der gestrichelten Darstellung zu sehen ist. Die Bewegung um den Winkel  $\alpha$  tritt auf, wenn der gesamte Greiferschnabel 6 um die Wegstrecke S in Y-Richtung bewegt wird.

In der Fig. 6 ist die Parallelfeder 24 vergrößert dargestellt. Die beiden parallel angeordneten Federblätter 29a, b sind zusätzlich mit Aussteifungen 28 versehen, um die Torsionsstabilität der Feder zu erhöhen. Bei einer Auslenkung führen die beiden Federblätter 29a, b eine Parallelogrammbewegung durch, wodurch die transversale Bewegung des Abschnitts 22 erzielt wird.

In der Figur 7a ist ein Greiferplättchen 17 dargestellt, das entsprechend der in Fig. 3 dargestellten Schnabelspitze 9 als Mehrstellengreifer mit zwei Zahnsegmenten 13 und 13' ausgelegt ist und eine Greiffläche 11 aufweist. Das Greiferplättchen kann vorteilhaft mittels LIGA-Technik erhalten werden. Hierzu wird in einem röntgentiefenlithographischen Schritt ein strahlungsempfindlicher Kunststoff (Resist) strukturiert und anschließend die freigelegten Bereiche mit einem Metall oder einer Legierung galvanisch aufgefüllt. So hergestellte Greiferplättchen weisen eine Präzision im Submikrometerbereich bei gleichzeitig hohem Aspektverhältnis auf.

Ein Greiferschnabel 7 mit eingesetztem Greiferplättchen 17 ist in Fig. 7b dargestellt. Die Schnabelspitze 9 des Greiferschnabels 7 ist nicht wie in Fig. 3 selbst als Mehrstellengreifer ausgebildet, sondern besitzt eine Ausnehmung 20 in Form einer Nut zur Aufnahme des Greiferplättchens 17. Der schmalere Bereich des Greiferplättchens 17 ist in die Ausnehmung 20 eingelegt und mittels eines über die Bohrung 18 eingebrachten Klebers in seiner Lage fixiert. Unter Verwendung eines geeigneten Lösungsmittels kann das Greiferplättchen 17 vom Greiferschnabel 7 abgelöst werden. Damit ist die Verwendung unterschiedlich ausgestalteter, hochpräziser Greiferplättchen 17 in dem selben Greiferschnabel 7 möglich.

**Bezugszeichen**

- 1 Mikrogreifer
- 2 erster Greiferfinger
- 3 zweiter Greiferfinger
- 4 erste Greiferbacke
- 5 zweite Greiferbacke
- 6 erster Greiferschnabel
- 7 zweiter Greiferschnabel
- 8 Schnabelspitze
- 9 Schnabelspitze
- 10 Greiffläche
- 11 Greiffläche
- 12,12' Zahnsegment
- 13,13' Zahnsegment
- 14 Griffmulde
- 15 Blattfeder
- 16 Schenkel
- 17 Greiferplättchen
- 18 Bohrung
- 19 Halterung
- 20 Ausnehmung
- 21 erster Abschnitt
- 22 zweiter Abschnitt
- 23 dritter Abschnitt
- 24 Parallelfeder
- 25 zweite Betätigungsseinrichtung
- 26 Vorspannfeder
- 27 Piezoaktor
- 28 Aussteifung
- 29a, b Federblatt

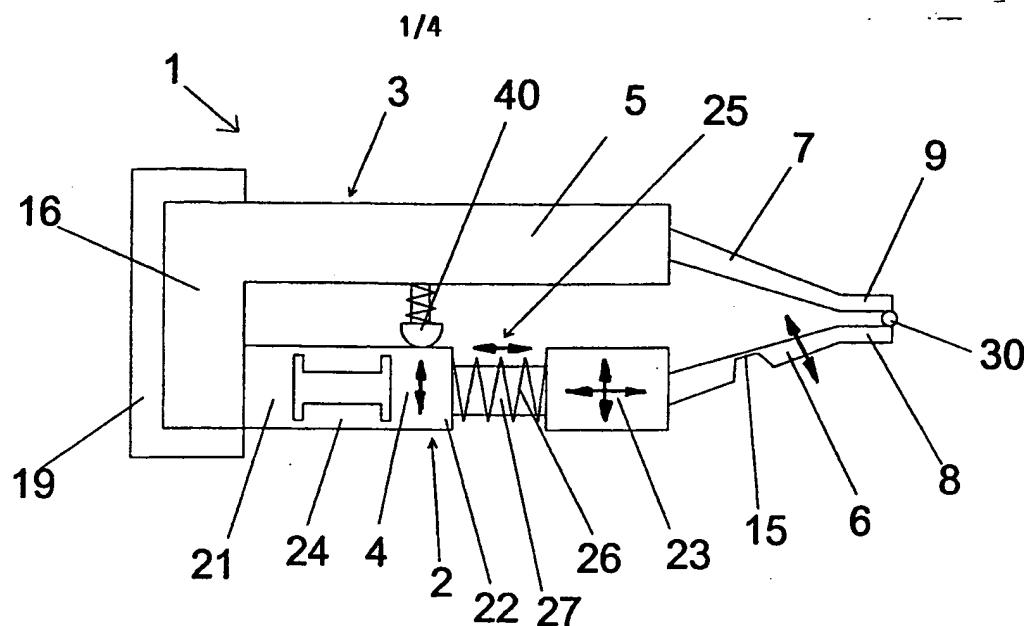
- 30 Planetenrad
- 31 Sonnenrad
- 32 Hohlrad
- 40 erste Betätigungsseinrichtung
- 41 Membran
- 42 Stoßel
- 43 Verschraubung
- 44 Druckluftzufuhr

## Patentansprüche

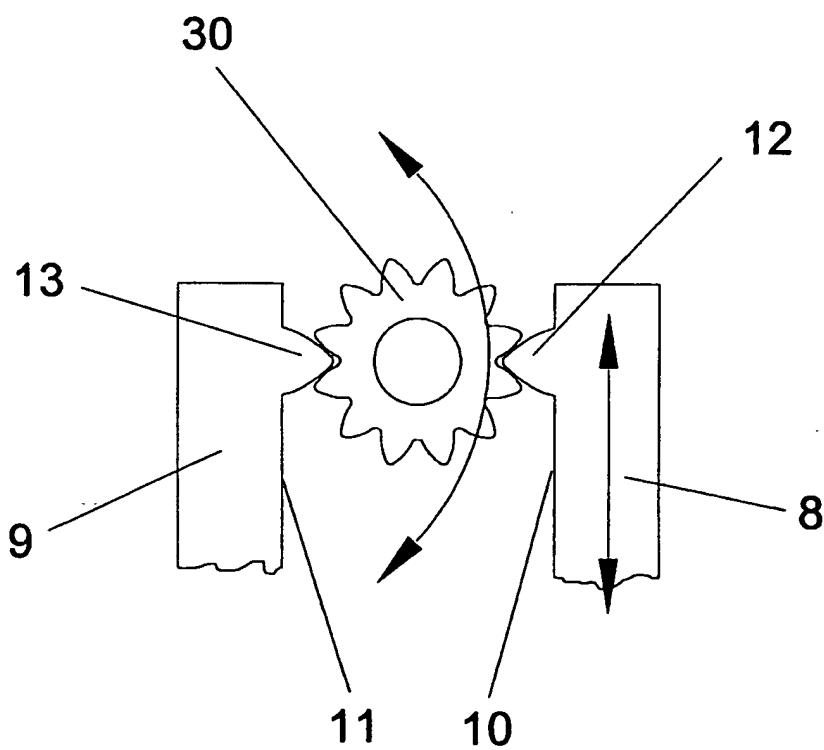
1. Mikrogreifer mit zwei Greiferfingern, die an ihrem freien Ende eine Greiffläche aufweisen, und mit einer ersten Betätigungseinrichtung für die Ausführung einer Greifbewegung, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß jeder Greiferfinger (2,3) eine Greiferbacke (4,5) aufweist, an die jeweils ein Greiferschnabel (6,7) angeordnet ist, und  
daß mindestens ein Abschnitt (23) der ersten Greiferbacke (4) bezüglich der zweiten Greiferbacke (5) in transversaler und longitudinaler Richtung beweglich angeordnet ist.
2. Mikrogreifer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Greiferbacke (5) starr ist.
3. Mikrogreifer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in transversaler und longitudinaler Richtung bewegliche Abschnitt (23) das freie Ende der Greiferbacke (4) umfaßt.
4. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Greiferbacke (4) in einen unbeweglichen Abschnitt (21) (erster Abschnitt), einen in transversaler Richtung beweglichen Abschnitt (22) (zweiter Abschnitt) und in den in transversaler und longitudinaler Richtung beweglichen Abschnitt (23) (dritter Abschnitt) unterteilt ist.

5. Mikrogreifer nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem ersten Abschnitt (21) und dem zweiten Abschnitt (22) ein in transversaler Richtung bewegliches Federelement angeordnet ist.
6. Mikrogreifer nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das bewegliche Federelement eine Parallelfeder (24) ist.
7. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Betätigseinrichtung zwischen dem zweiten Abschnitt (22) und der gegenüberliegenden Greiferbacke (5) angeordnet ist.
8. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem zweiten Abschnitt (22) und dem dritten Abschnitt (23) eine zweite Betätigseinrichtung (25) für die Longitudinalbewegung angeordnet ist.
9. Mikrogreifer nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Betätigseinrichtung eine Vorspannfeder (26) umfaßt, in die ein Piezoaktor (27) eingebaut ist.
10. Mikrogreifer nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Betätigseinrichtung (25) ein in longitudinaler Richtung wirkender Rüttelantrieb ist.
11. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Greiferschnäbel (6,7) lösbar an den Greiferbacken (4,5) befestigt sind.

12. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der an der ersten Greiferbacke (4) angeordnete Greiferschnabel (6) (erster Greiferschnabel) in transversaler Richtung elastisch ausgebildet ist und daß der an der zweiten Greiferbacke (5) angeordnete Greiferschnabel (7) (zweiter Greiferschnabel) starr ausgebildet ist.
13. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Greiferschnabel (6) eine Blattfeder (15) aufweist.
14. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Greiffläche (10,11) mindestens ein Zahnsegment (12,12', 13,13') aufweist.
15. Verfahren zur Montage von Mikrogetrieben, mit mindestens einem Mikrozahnrad, **dadurch gekennzeichnet**, daß das anzufügende Mikrozahnrad unter einer alternierenden Wälzbewegung montiert wird.
16. Verfahren zur Montage von Planetengetrieben bestehend aus Hohl-, Sonnen- und Planetenrad nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß zuerst das Hohl- und das Sonnenrad montiert werden und daß dann das Planetenrad unter der alternierenden Wälzbewegung an das Sonnenrad angefügt wird und anschließend das schon mit dem Sonnenrad in Eingriff befindliche Planetenrad abgesenkt und unter einer alternierenden Wälzbewegung zwischen Hohlrad und Sonnenrad eingefügt wird.

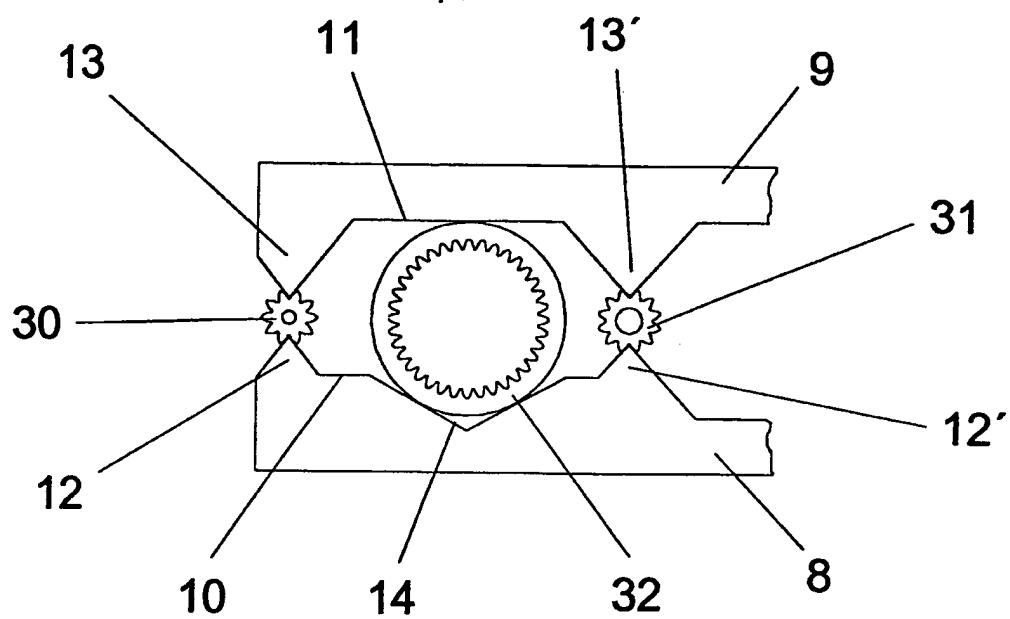
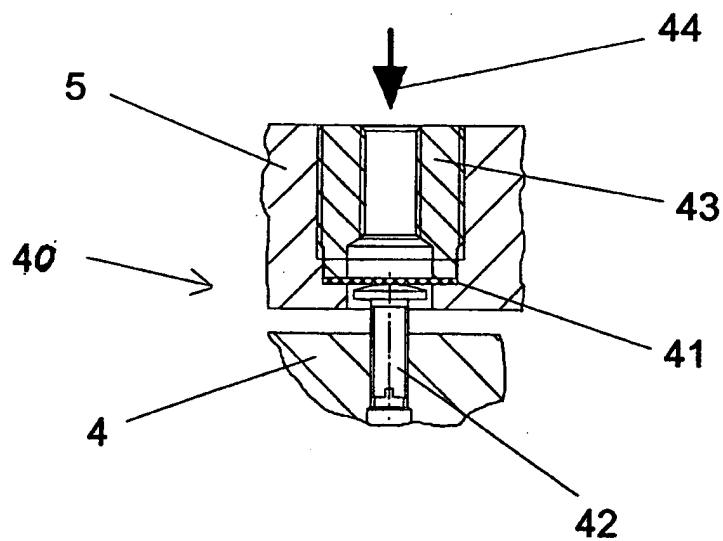


**Fig. 1**

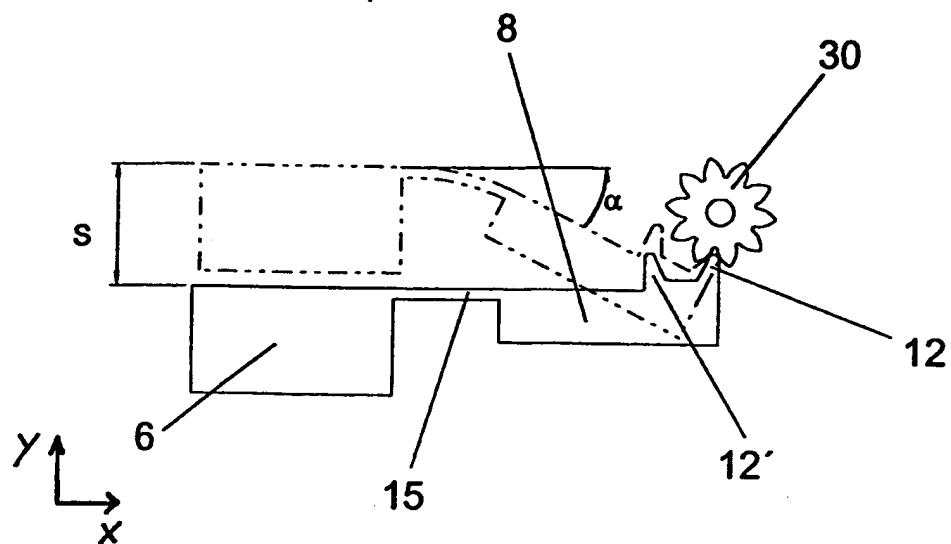
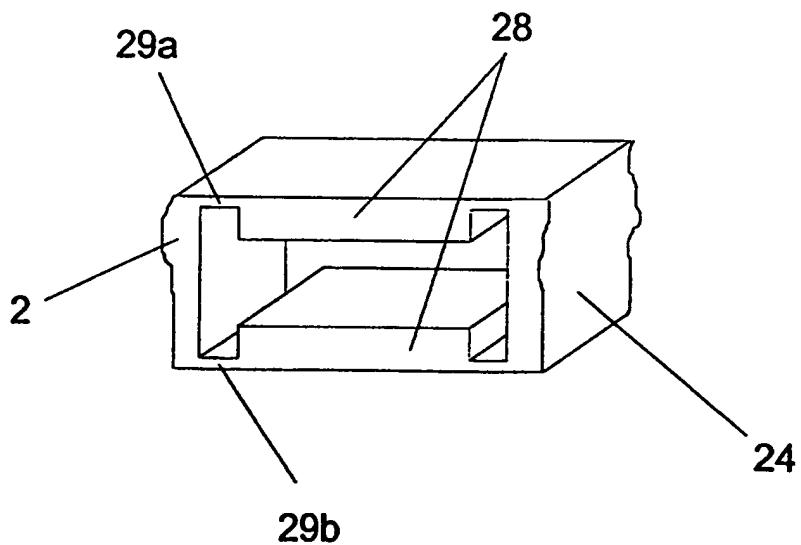


**Fig. 2**

2/4

**Fig. 3****Fig. 4**

3/4

**Fig. 5****Fig. 6**

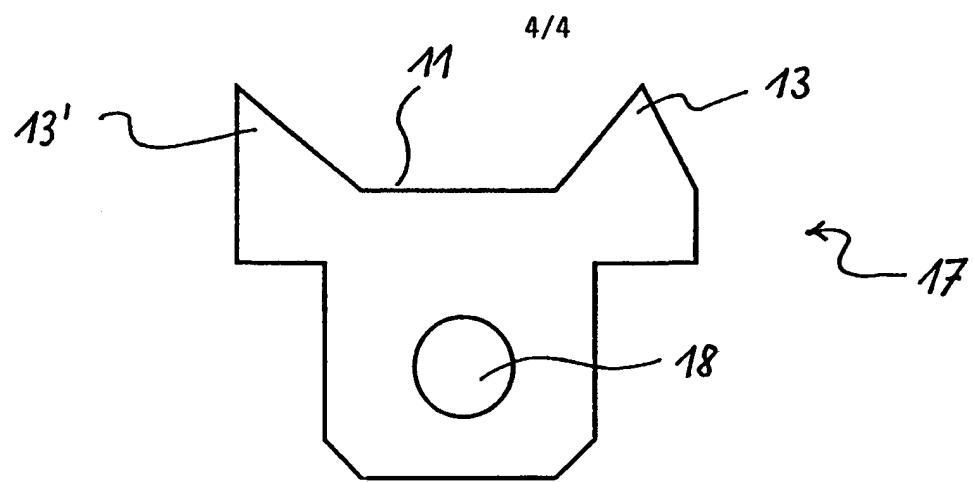


Fig. 7a

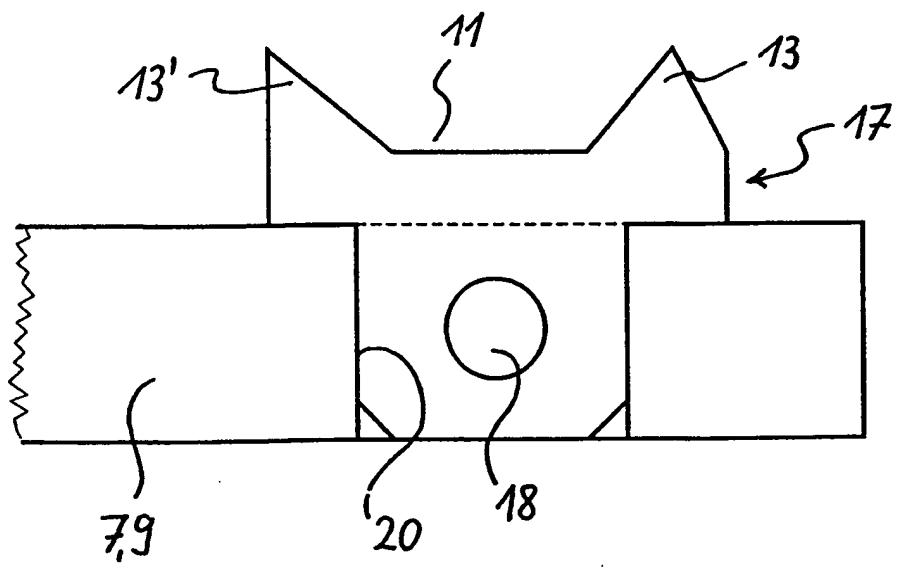


Fig. 7b

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No  
PCT/EP 98/05430

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 B25J7/00 B25J15/00 B25J15/02 B23P19/04 B25J15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 B25J B23P F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 33 10 209 A (MANTEC AUTOMATISIERUNG) 4 October 1984	1-4
A	see the whole document ---	5-16
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 009 (M-1538), 10 January 1994 -& JP 05 253870 A (NIKON CORP), 5 October 1993	1-4
A	see abstract ---	5-16
A	US 4 872 803 A (ASAKAWA KAZUO) 10 October 1989 see abstract; figures ---	5,6 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 January 1999

Date of mailing of the international search report

22/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haegeman, M

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No

PCT/EP 98/05430

**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	F. HENSCHKE: "Miniaturgreifer und montagegerechtes Konstruieren in der Mikromechanik" FORTSCHRITTBERICHTE VDI, 1994, pages 34-39, XP002089373 dusseldorf cited in the application see the whole document ----	12,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 279 (M-1136), 16 July 1991 & JP 03 098783 A (CANON INC), 24 April 1991 see abstract ----	15
A	EP 0 696 497 A (NIPPON KOGAKU KK) 14 February 1996 see abstract; figures see column 1, line 13 - line 38 ----	1-16
A	DE 27 00 816 A (RUTHNER INDUSTRIEANLAGEN AG) 21 July 1977 see claims; figures -----	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/05430

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 3310209	A	04-10-1984	NONE		
US 4872803	A	10-10-1989	JP 1052156 B	07-11-1989	
			JP 1572919 C	20-08-1990	
			JP 60118480 A	25-06-1985	
			JP 1647768 C	13-03-1992	
			JP 3012681 B	20-02-1991	
			JP 60119402 A	26-06-1985	
			CA 1276710 A	20-11-1990	
			EP 0147082 A	03-07-1985	
			US 5012591 A	07-05-1991	
EP 0696497	A	14-02-1996	JP 8052673 A	27-02-1996	
			JP 8192382 A	30-07-1996	
			DE 69506050 D	24-12-1998	
			JP 8192381 A	30-07-1996	
DE 2700816	A	21-07-1977	AT 341303 B	10-02-1978	
			AT 29776 A	15-05-1977	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05430

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes  
 IPK 6 B25J7/00 B25J15/00 B25J15/02 B23P19/04 B25J15/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B25J B23P F16H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 33 10 209 A (MANTEC AUTOMATISIERUNG) 4. Oktober 1984	1-4
A	siehe das ganze Dokument ---	5-16
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 009 (M-1538), 10. Januar 1994 -& JP 05 253870 A (NIKON CORP), 5. Oktober 1993	1-4
A	siehe Zusammenfassung ---	5-16
A	US 4 872 803 A (ASAOKA KAZUO) 10. Oktober 1989 siehe Zusammenfassung; Abbildungen ---	5,6 -/-



Weltweite Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- <sup>b</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :  
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "V" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "g" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

8. Januar 1999

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

22/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Haegeman, M

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 98/05430

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	F. HENSCHKE: "Miniaturgreifer und montagegerechtes Konstruieren in der Mikromechanik" FORTSCHRITTBERICHTE VDI, 1994, Seiten 34-39, XP002089373 dusseldorf in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ----	12,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 279 (M-1136), 16. Juli 1991 & JP 03 098783 A (CANON INC), 24. April 1991 siehe Zusammenfassung ----	15
A	EP 0 696 497 A (NIPPON KOGAKU KK) 14. Februar 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildungen siehe Spalte 1, Zeile 13 – Zeile 38 ----	1-16
A	DE 27 00 816 A (RUTHNER INDUSTRIEANLAGEN AG) 21. Juli 1977 siehe Ansprüche; Abbildungen ----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05430

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3310209	A 04-10-1984	KEINE		
US 4872803	A 10-10-1989	JP 1052156 B		07-11-1989
		JP 1572919 C		20-08-1990
		JP 60118480 A		25-06-1985
		JP 1647768 C		13-03-1992
		JP 3012681 B		20-02-1991
		JP 60119402 A		26-06-1985
		CA 1276710 A		20-11-1990
		EP 0147082 A		03-07-1985
		US 5012591 A		07-05-1991
EP 0696497	A 14-02-1996	JP 8052673 A		27-02-1996
		JP 8192382 A		30-07-1996
		DE 69506050 D		24-12-1998
		JP 8192381 A		30-07-1996
DE 2700816	A 21-07-1977	AT 341303 B		10-02-1978
		AT 29776 A		15-05-1977

PUB-NO: WO009910135A1  
DOCUMENT-IDENTIFIER: WO 9910135 A1  
TITLE: MICRO-GRIPPER AND A METHOD FOR  
ASSEMBLING GEARS  
PUBN-DATE: March 4, 1999

INVENTOR- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIENHAUS, MATTHIAS	DE
WIEDUWILT, MICHAEL	DE

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
INST MIKROTECHNIK MAINZ GMBH	DE
NIENHAUS MATTHIAS	DE
WIEDUWILT MICHAEL	DE

APPL-NO: EP09805430

APPL-DATE: August 26, 1998

PRIORITY-DATA: DE19737009A ( August 26, 1997)

INT-CL (IPC): B25J007/00, B25J015/00 , B25J015/02 ,  
B23P019/04 , B25J015/08

EUR-CL (EPC): B23P019/04 ; B25J007/00, B25J015/00 ,  
B25J015/02 , B25J015/08

ABSTRACT:

The invention relates to a micro-gripper (1) which can be assembled especially with toothed micro-gears. The micro-gripper (1) has two gripping jaws (4, 5) with a gripping tip (6, 7) arranged on each. At least one section (23) of the first gripping jaw (4) is arranged so that it is movable in a

transversal and longitudinal direction in relation to the second gripping jaw

(5). The first gripping jaw (4) is divided into a non-movable section (21), a section (22) which is movable in a transversal direction and a section (23)

which is movable in a transversal and longitudinal direction.

A first actuating device (40) is arranged between the gripping jaw (5) and the section (22) which is movable in a transversal direction. A second actuating device (25) for longitudinal movement is arranged between said section (22) which is movable in a transversal direction and the section (23) which is movable in a transversal and longitudinal direction. The method for assembling the micro-drive provides that the added micro-sprocket is installed while being subjected to an alternate rolling motion.